



特殊钢产业合作发展报告书

经验累积



技术创新



坚持淬炼



成就非凡





特殊钢产业合作发展报告书

特殊钢之所以异于普通钢，主要系于炼制过程中，添加一种或一种以上特殊元素用以改善普通钢原有性质或呈现其他特殊性质，以适合各种不同使用目的，有时因磷、硫杂质特别低、清净度特别高，而可适用于特殊环境。



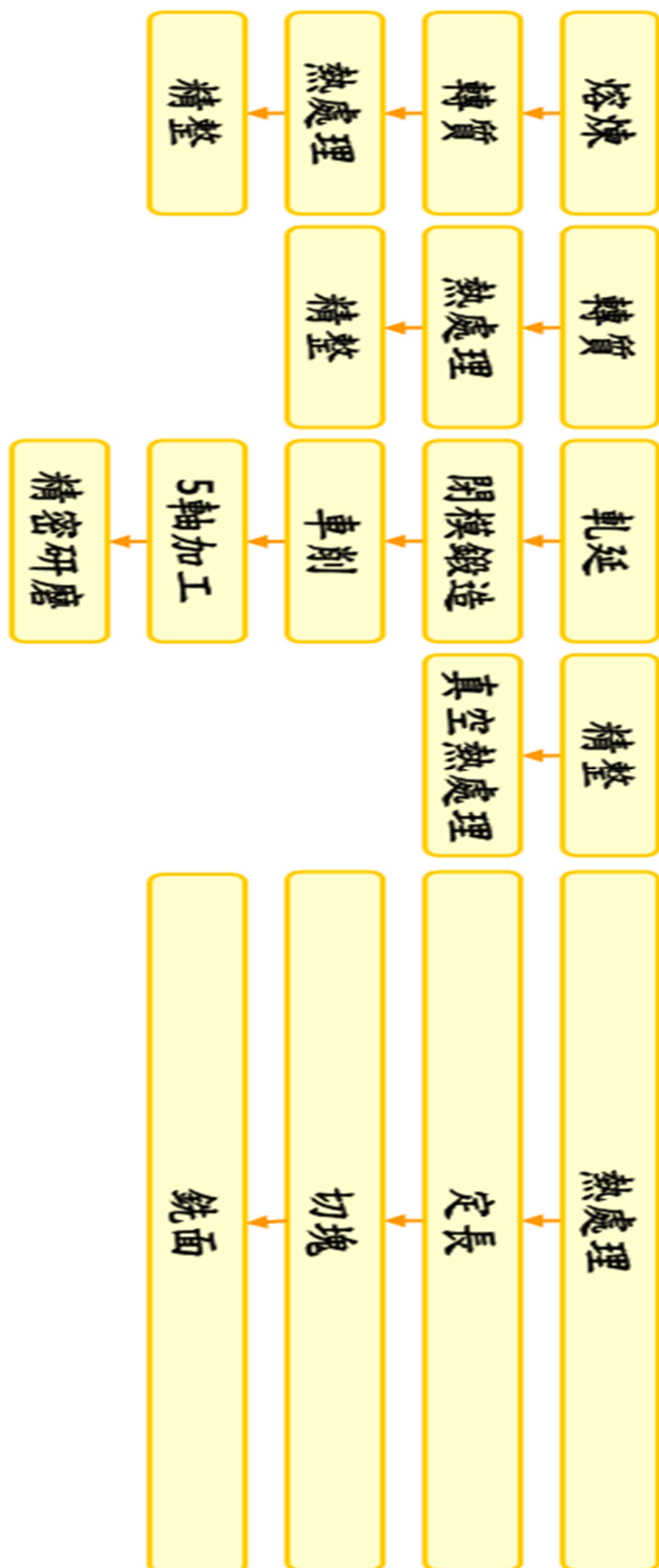


特殊钢产业合作发展报告书

特殊钢制程简_____	01
炼钢设备_____	02
锻造设备_____	04
辊轧设备_____	05
热处理设备_____	06
精整设备_____	07
合金钢系列_____	08
高清净钢电渣重熔精炼（ESR）系列_____	19
高速钢系列系列_____	25
超合金系列_____	30
钛合金系列_____	33
三大发展策略_____	47
人力技术_____	48



特殊钢制程





炼钢设备

熔炼设备，具温度、成份均匀，清净度高及低氢、低氧含量等特性。

主要设备有:电弧炉、盛钢桶精炼炉、真空吹氧脱碳炉。

ESR 二次精炼设备，具有提高材料清净度、消除宏观偏析并改善材料的延性、韧性、高温、焊接及耐蚀等各种性质之特性。

VAR 真空电渣重熔设备，可改善氧化物的清净度，避免宏观偏析与微观偏析现象发生。

VIM 真空感应熔炼设备，杂质及微量元素极低，氮、氢、氧含量极低，且无氧化物及介在物存在。



特殊钢产业合作发展报告书



真空感应熔炼



真空吹氧脱碳



真空重熔精炼 & 电渣重熔精炼



特殊钢产业合作发展报告书

锻造设备

四面模精锻机，采拟恒温锻造制程，经 CNC 计算机数值控制，每分钟可达 270 回之锻力冲击，具有直度佳，质地均匀致密、尺寸精确及不需回炉加热等特性。



油压式锻机



四面模经锻机



旋转式加热炉



特殊钢产业合作发展报告书

辊轧设备

采用三重式粗轧机及油压CNC精轧机，换辊迅速，尺寸精确度高，生产弹性大



三重式粗轧机



油压式 CNC 精轧机

热处理设备



台车式加热炉



调质热处理炉



特殊钢产业合作发展报告书

精整设备



多辊矫直机



双辊矫直机



无心研磨



合金钢系列 塑料模具钢 1.2316(ESR)

产品特性	产业用途
<ul style="list-style-type: none"> ● 1.2316(ESR) 为经电渣重熔精炼，因此材质均匀纯度高、清净度佳。 ● 1.2316(ESR) 预硬钢出厂前已先经过淬火及回火热处理，因此可降低客户成本(客户无需再热处理、节省热处理所需时间、无淬裂危险)。 ● 硬度均匀。 ● 研磨后表面如镜，韧性及耐磨性佳。 ● 易于切削加工。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 塑料射出成型模 ● 压铸模具 ● 腐蚀性塑料模具(PVC 模)

相较规格

GMTC	DIN	BUDERUS	DAIDO	KOBE	ASSAB
1.2316(ESR)	1.2316	2316 ISO-B MOD	PD742	KTSM420	RAMAX

主要成分

钢种	C	Si	Mn	S	Ni	Cr	Mo
1.2316(ESR)	0.33 0.43	Max. 1.00	Max. 1.00	Max. 0.005	Max. 1.00	15.00 17.00	1.00 1.30

热处理操作

预 热 (a) : 540~650℃(1110~1560°F) 。 预 热 (b) : 840~870℃(1110~1560°F) 。

淬火温度 : 1020~1050℃(1870~1920°F), 常用 1030℃(1885°F)。

淬火介质 : 油冷, 或盐浴 250~550℃, 然后吹风冷却 , 或真空炉中足压冷却。

回火温度 : 参考上图依据需要的硬度选择回火温度(回火温度不可低于 180℃)。



合金钢系列 塑料模具钢 1.2367(ESR)

产品特性	产业用途
<ul style="list-style-type: none"> ● 1.2367(ESR) 为经电渣重熔精炼，因此材质均匀纯度高、清净度佳。 ● 因施予特殊溶解及精炼，故杂质非常少、组织致密。 ● 高Mo 成份产生二次析出碳化物，具有增加材料高温强度及抗回火软化效果。 ● 高韧性。 ● 尺寸变化小。 ● 热安定性佳、抗热疲劳性佳。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 热锻模具。 ● 铝、锌压铸模具。 ● 轮廓模（形材压塑模具）。 ● 铝合金、铜合金挤型模。 ● 精密而复杂的挤型模(ex : 3C 产业、扇热片…) ● 料管、压饼。

相较规格

GMTC	DIN	BUDERUS	DAIDO	HITACH
1.2367(ESR)	1.2367	2367 ISO-B	DH31	DAC10S

主要成分(wt%)

钢种	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
1.2367(ESR)	0.35	0.30	0.30	Max.	Max.	4.70	2.70	0.40
	0.40	0.50	0.60	0.035	0.010	5.20	3.30	0.70

热处理操作

预热(a)—温度 540~650℃，每25mm 保持约 30 分

预热(b)—温度 845~870℃，每25mm 保持约 30 分钟。

沃斯田铁化—温度 1030~1070℃(建议 1050℃)，每25mm 保持约 30 分钟。淬火介质:气冷或油冷。

回火: 温度 500~650℃，每25mm 保持约 60 分钟以上，空冷，回火次数两次



特殊钢产业合作发展报告书

合金钢系列 塑料模具钢 1.2738

产品特性	产业用途
<ul style="list-style-type: none"> ● 出厂前已先经过淬火及回火热处理，因此可降低客户成本(客户无需再热处理、节省热处理所需时间、无淬裂危险)。 ● 硬化能高，硬度均匀。 ● 研磨后表面如镜，韧性及耐磨性佳。 ● 易于切削加工。 ● 可施以氮化及火焰硬化处理，以增加模具表面硬度及耐磨性。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 塑料射出成型模具钢。 ● 半透明及需有表光泽之塑料产品模具钢。 ● 高强度承块、模板，构造用零件轴等。 ● 大型模具，产品形状复杂及精度高之塑模用钢，为目前世界国广泛用之高级塑模专用钢。

相较规格

GMTC	AISI	DIN	BUDERUS	ASSAB
1.2738	P20+Ni	1.2738	2738 ISO-BM	718

主要成分(wt%)

钢种	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
DIN 1.2738	0.35 0.45	0.20 0.40	1.30 1.60	Max. 0.030	Max. 0.035	0.90 1.20	1.80 2.10	0.15 0.25



合金钢系列 塑料模具钢 P20

产品特性	产业用途
<ul style="list-style-type: none"> ● 出厂前已先经过淬火及回火热处理，因此可降低客户成本(客户无需再热处理、节省热处理所需时间、无淬裂危险)。 ● 硬度均匀。 ● 研磨后表面如镜，韧性及耐磨性佳。 ● 易于切削加工。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 半透明及需有表光泽之塑料产品模具钢。 ● 大型模具，产品形状复杂及精度高之塑模用钢，为目前世界广泛用之高级塑模专用钢。

相较规格

GMTC	AISI	DIN	BUDERUS	DAIDO	KOBE	HITACH
P20	P20	1.2311	2311 ISO-BM	PDS-5	KTSM3M	HPM2

主要成分

钢种	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
P20	0.28	0.20	0.60	Max.	Max.	1.40	0.30
	0.40	0.80	1.00	0.030	0.030	2.00	0.55

可供应 P20 预硬钢硬度：HRC28-33

光皮棒或无心研磨棒(ISO h6~h9)。

圆棒供应尺寸： $5 \leq \Phi \leq 600\text{mm}$ 。



合金钢系列 塑料模具钢 GMP21M

产品特性	产业用途
<ul style="list-style-type: none"> ● 为经多重精炼，因此材质均匀纯度高、清淨度佳。 ● 出厂前已先经过调质热处理，因此可降低客户成本(客户无需再热处理、节省热处理所需时间、无淬裂危险)。 ● 镜面研磨性能甚佳 ● 终因施予特殊溶解及精炼，故杂质非常少终组织致密 ● 放电加工性能甚佳 ● 终因其加工面致密且漂亮，故可能取代梨皮蚀花 ● 终因加工面之硬度不会升高，故研磨加工较快且容易 ● 焊接性能甚佳 ● 不需要作热处理，可直接加工制造模具 ● 原材硬度 HRC 38~42 	<ul style="list-style-type: none"> ● 半透明及需有表光泽之塑料产品模具钢。 ● 大型模具，产品形状复杂及精度高之塑模用钢，为目前世界各国广泛用之高级塑模专用钢。

相较规格

GMTC	BUDERUS	KOBE	DAIDO	HITACH
GMP21M	MR-11 ISO-B	KTSM40E	NAK-80	HPM-50

主要成分

钢种	C	Si	Mn	S	Ni	Mo	Cu	Al
GMP21M	0.16	0.44	1.45	0.001	2.99	0.30	1.02	0.97

可供应 GMP21M 预硬钢硬度：HRC 38~42

光皮棒或无心研磨棒(ISO h6~h9)。

圆棒供应尺寸： $5 \leq \Phi \leq 600\text{mm}$ 。



特殊钢产业合作发展报告书

合金钢系列 镍铬钼合金钢 (SCM440)

产品特性	产业用途
<ul style="list-style-type: none"> ● 铬钼合金钢抗拉强度、韧性、伸长率等均优于铬钢。 ● 含有铬和钼，硬化能大，抗回火软化性优，回火脆性的倾向低。 ● 强韧性。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 齿轮、轴类、强力螺丝、汽机車零件等机械零件如： ● 塑料机械---大柱、螺杆、料管 ● 锻造业---锻造素材、手工具、螺丝螺帽 ● 汽機車业---齿轮、轴心、曲轴

相较规格

GMTC	JIS	SAE
SCM440	SCM440	4140

主要成分(wt%)

钢种	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu
SCM440	0.38	0.15	0.60	0.030	0.030	0.90	0.15	max.	max.
	0.43	0.35	0.85	以下	以下	1.20	0.30	0.25	0.30
SCM440H	0.37	0.15	0.55	0.030	0.030	0.85	0.15	max.	max.
	0.44	0.35	0.90	以下	以下	1.25	0.30	0.25	0.30

热处理操作

退火:830℃爐冷。正常化:830~880℃空冷。淬火:840~870℃油冷。回火:550~650℃水冷。

机械性质

硬度 HB		降伏强度	抗拉强度	伸长率	断面缩率	冲击值(charpy)
退火	淬火-回火	N/mm ²	N/mm ²	%	%	J/cm ²
max. 255	285-352	830 以上	980 以上	12 以上	45 以上	59 以上

保证硬化能

自淬火端之距離及其硬度																热处理温度℃	
mm HRC	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	正常化	淬火
上限	60	60	60	59	58	58	57	56	55	53	51	49	47	46	44	870	845
下限	53	53	52	51	50	48	46	43	38	35	33	33	32	31	30		



合金钢系列 镍铬钼合金钢 4340

产品特性	产业用途
<ul style="list-style-type: none"> ● 镍铬钼合金钢是构造用钢中最优秀者，强度高、韧性大。 ● 淬火硬化能佳 	<ul style="list-style-type: none"> ● 齿輪、轴類、强力螺丝、汽機車零件等机械零件，如：挤型业--- ● 垫模 ● 塑料机械业---曲轴梢 ● 锻造业---模壳 ● 螺丝螺帽---模壳

相较规格

JIS	JIS 旧记号	SAE
SNCM439	SNCM8	4340

主要成分

钢种	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu
SNCM439	0.38	0.20	0.65	Max.	0.010	1.65	0.65	0.16	Max.
	0.42	0.30	0.85	0.025	0.025	1.85	0.85	0.20	0.30

热处理操作

退火：温度 820℃ 爐冷。

正常化：820~870℃ 空冷。

淬火：820~870℃ 油冷。

回火：580~680℃ 水冷。

机械性质

硬度 HB		降伏强度 N/mm ²	抗拉强度 N/mm ²	伸长率 %	断面缩率 %	冲击值 (charpy) J/cm ²
退火	淬火-回火					
max. 255	293-352	880 以上	980 以上	16 以上	45 以上	69 以上



合金钢系列 热作工钢(H10)

产品特性	产业用途
<ul style="list-style-type: none"> ● 为经电渣重熔精炼，因此材质均匀纯度高、清淨度佳。 ● 预硬钢出厂前已先经过调质热处理，因此可降低客户成本 ● (客户无需再热处理、节省热处理所需时间、无淬裂危险)。 ● 结晶细，球化组织细致均匀。 ● 极低气体含量，清淨度佳。 ● 高 Mo 成份产生二次析出碳化物，具有增加材料高温强度及抗回火软化效果。 ● 热安定性佳、抗热疲劳性佳。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 适宜制作高温时仍须维持高硬度热 ● 加工之工具，如：铝挤型业---挤型模、内衬、压杆、压饼、心轴 ● 锻造业---锻造模 ● 压铸业---压铸模

相较规格

GMTC	AISI	B. S.	DIN	JIS
GMH10(ESR)	H10	BH10	1.2365	SKD7

主要成分

钢种	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
GMH10(ESR)	0.28	0.10	0.15	Max.	Max.	2.70	2.60	0.40
	0.35	0.40	0.45	0.030	0.030	3.20	3.00	0.70

热处理操作

淬火:预热(a)—温度 540~650℃，每 25mm 保持约 30 分钟。预热(b)—温度 845~870℃，每 25mm 保持约 30 分钟。

沃斯田铁化—温度 1010~1050℃，每 25mm 保持约 30 分钟。淬火介质:气冷或油冷。

回火: 温度 500~650℃，每 25mm 保持约 60 分钟以上，空冷，回火次数两次以上。



合金钢系列 热作工具钢 GMH11

产品特性	产业用途
<ul style="list-style-type: none"> ● GMH11(ESR) 为经电渣重熔精炼，因此材质均匀纯度高、清净度佳。 ● GMH11(ESR) 预硬钢出厂前已先经过调质热处理，因此可降低客户成本 ● (客户无需再热处理、节省热处理所需时间、无淬烈危险)。 ● 结晶细，球化组织细致均匀。 ● 极低气体含量，清净度佳。 ● 具有耐高温、耐磨耗性及耐熔蚀等特性。 ● 耐热龟裂性佳，在高温之强度优，钢模寿命长。 ● 表面氮化处理后，可提高模具耐磨性与使用寿命。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 适宜制作高温时仍须维持高硬度热加工之工具，如：铝挤型业---挤型模、内衬、压杆、压饼、心轴 ● 锻造业---锻造模 ● 压铸业---压铸模

相较规格

GMTC	AISI	B. S.	DIN	JIS
GMH11	H11	BH11	1. 2343	SKD6

主要成分

钢种	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
GMH11	0. 36	0. 90	0. 30	max.	max.	4. 80	1. 10	0. 30
	0. 42	1. 20	0. 50	0. 030	0. 030	5. 50	1. 40	0. 50

热处理操作

淬火:预热(a)—温度 540~650℃，每 25mm 保持约 30 分钟。预热(b)—温度 845~870℃，每 25mm 保持约 30 分钟。

沃斯田铁化—温度 1010~1050℃，每 25mm 保持约 30 分钟。淬火介质:气冷或油冷。

回火: 温度 500~650℃，每 25mm 保持约 60 分钟以上，空冷，回火次数两次以上。



合金钢系列 热作工具钢 (H12)

产品特性	产业用途
<ul style="list-style-type: none"> ● 具有比 SKD61 更佳之高温强度及耐磨耗特性，同时兼具不错之韧性。 ● 结晶细，球化组织细致均匀。 ● 极低气体含量，清净度佳。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 适宜制作高温时仍须维持高硬度 ● 热加工之工具，如：铝挤型业挤型模及模内衬 ● 锻造业---锻造模 ● 压铸业---压铸模 ● 其他工业---冲头、热切刀、冷轧中间辊

相较规格

GMTC	AISI	B. S.	DIN	JIS
H12	H12	Bh12	1.2606	SKD62

主要成分

钢种	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	W
H12	0.30	0.80	0.20	max.	max.	4.75	1.25	1.00	1.00
	0.40	1.25	0.60	0.030	0.030	5.50	1.75	1.70	1.70

热处理操作

退火: 温度 845~900℃，以 10~20℃/hr 炉冷至约 540℃，硬度 HB 229 以下。

应力消除: 温度约 650~675℃，炉中冷却。

淬火:

预热(a)—温度 540~650℃，每 25mm 保持约 30 分钟。预热(b)—温度 845~870℃，每 25mm 保持约 30 分钟。

沃斯田铁化—温度 1010~1040℃，每 25mm 保持约 30 分钟。淬火介质: 气冷或油冷。

回火: 温度 540~650℃，每 25mm 保持约 60 分钟以上，空冷，回火次数两次以上。

合金钢系列 热作工具钢 GMH13

产品特性	产业用途
<ul style="list-style-type: none"> ● GMH13(ESR) 为经电渣重熔精炼，因此材质均匀、纯度高、清净度佳。 ● GMH13(ESR) 预硬钢出厂前已先经过调质热处理，因此可降低客户成本 ● (客户无需再热处理、节省热处理所需时间、无淬裂危险)。 ● 结晶细，球化组织细致均匀。 ● 极低气体含量，清净度佳。 ● 具 SKD61 耐高温、耐磨耗性及耐熔蚀等特性。 ● 耐热龟裂性佳，在高温之强度优，钢模寿命长。 ● 表面氮化处理后，可提高模具耐磨性与使用寿命。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 适宜制作高温时仍须维持高硬度热加工之工具，如： ● 热作模具 ● 塑料模具钢 ● 锌铝镁合金压铸模 ● 塑料用射销 ● 可使用于有添加玻璃纤维或金属粉末的强化塑料件的生产 ● 铝挤型模。

相较规格

GMTC	AISI	B. S.	DIN	JIS
GMH13(ESR)	H13	BH13	1.2344	SKD61

主要成分

钢种	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
GMH13(ESR)	0.32	0.80	0.20	Max.	Max.	4.75	1.00	0.80
	0.45	1.20	0.50	0.030	0.010	5.50	1.75	1.20

热处理操作

淬火：

预热(a)——温度 540~650℃，每25mm 保持约 30 分钟。

预热(b)——温度 845~870℃，每25mm 保持约 30 分。

沃斯田铁化——温度 1010~1050℃，每25mm 保持约 30 分钟。淬火介质:气冷或油冷

回火：温度 500~650℃，每25mm 保持约 60 分钟以上，空冷，回火次数两次以上



特殊钢产业合作发展报告书

高清净钢电渣重熔精炼 (ESR)系列 403Cb(ESR)

产品特性	产业用途
	● 涡轮发电机叶片

主要成分

元素	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Nb	V	Pb	Sn	Al
403CB(ESR)	0.13	max.	0.40	max.	max.	max.	max.	max.	0.15	max.	max.	max.	max.
成份规格	0.18	0.50	0.60	0.025	0.010	13.00	0.20	0.60	0.25	0.10	0.005	0.05	0.05

机械性质

项目	退火材	调质材						
	硬度	硬度	RM	RP	A	Z	Impact(room temp.)	800° F Tensile Test
规格	max.	247	min.	min.	min.	min.	min.	min.
	302	277	115	96	15	50	15	85



特殊钢产业合作发展报告书

高纯净钢电渣重熔精炼 (ESR)系列 403Cb⁺ (ESR)

产品特性	产业用途
	● 涡轮发电机叶片

主要成分

元素	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	V	Pb	Sn	Al	W	Co	Ti	N
403Cb+(ESR) 成份规格	0.15	0.20	0.50	max.	max.	0.30	10.00	0.80	0.35	0.15	max.	max.	max.	max.	max.	max.	0.04

机械性质

测试项目	退火材	调质材						
	硬度(HB)	硬度(HB)	抗拉(KSI)	0.20%降伏 (KSI)	伸长	断缩	冲击	Tress rupture (1200° F, 33KSI)
规格	max. 302	min. 321	min. 140	min. 100	min. 15	min. 45	min. 8	min. 25hrs



特殊钢产业合作发展报告书

高纯净钢电渣重熔精炼 (ESR)系列 410 / 403 (ESR)

产品特性	产业用途
	● 涡轮发电机叶片

元素	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	Sn	Al	W	Ti	Cu	N
403/410(ESR) 成份规格	0.06 0.15	max. 0.50	0.25 0.80	max. 0.025	max. 0.010	max. 0.60	11.25 13.00	max. 0.30	max. 0.20	max. 0.05	max. 0.025	max. 0.10	max. 0.05	max. 0.50	实例

机械性质

项目	退火材	调质材					
	硬度	硬度	抗拉	降伏	伸长率	断缩	V-Notch Charpy (ft-Ibs)
规格	max. 241	223 269	min. 110	min. 90	min. 18	min. 50	min. 30



特殊钢产业合作发展报告书

高清净钢电渣重熔精炼 (ESR)系列 630 析出硬化不锈钢

产品特性	产业用途
● 钢种: AISI 630 , UNS S17400 , 17-4PH	● 船轴, 阀杆, 马达轴心, 螺杆, 家电零件, Pump心轴, 食品机械, 塑料模, 手术刀及医疗器材

化学成份

GRADE	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Mo	Nb+Ta
630	max.	max.	max.	max.	max.	3.00	15.00	3.00	max.	0.15

热处理: 固溶化或析出硬化H1150 , HH1150 , H1150M

依据规范: ASTM A564 , AMS 5643 , NACE-MR0175 , AMS 5622(ESR/VAR)

机械性质:(最小值;Minimum Value)

热处理 条件	抗拉强度		降伏强度		伸长率	断面缩率	硬度	
	Ksi	N/mm ²	Ksi	N/mm ²	%	%	HRC	HB
固溶化	---	---	---	---	---	---	38max.	363max.
H900	190	1310	170	1170	10	40	40~47	388~444
H925	170	1170	155	1070	10	40	38~45	375~429
H1025	155	1070	145	1000	12	45	35~42	331~401
H1075	145	1000	125	860	13	45	32~38	311~375
H1100	140	965	115	795	14	45	31~37	302~363
H1150	135	930	105	725	16	50	28~38	277~352
HH1150	135	930	105	725	16	50	28~33	277~311



高纯净钢电渣重熔精炼 (ESR)系列 XM-12析出硬化不锈钢

产品特性	产业用途
● 钢种: Grade XM-12 , UNS S15500 , 15-5PH	● 阀杆, 马达轴心, 螺杆, 家电零件, Pump 心轴 , 食品机械, 塑料模, 手术刀及医疗器材

化学成份

GRADE	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Mo	Nb+Ta
15-5	max.	max.	max.	max.	max.	3.50	14.00	2.50	max.	0.15
	0.07	1.00	1.00	0.040	0.030	5.50	15.50	4.50	0.50	0.45

热处理: 固溶化或析出硬化 H1150 , HH1150 , H1150M

依据规范: ASTM A564 , AMS 5659(ESR/VAR)

机械性质: (最小值; Minimum Value)

热处理 条件	抗拉强度		降伏强度		伸长率	断面缩率	硬度	
	Ksi	N/mm ²	Ksi	N/mm ²	%	%	HRC	HB
固溶化	---	---	---	---	---	---	38max.	363max.
H900	190	1310	170	1170	10	40	40~47	388~444
H925	170	1170	155	1070	10	40	38~45	375~429
H1025	155	1070	145	1000	12	45	35~42	331~401
H1075	145	1000	125	860	13	45	32~38	311~375
H1100	140	965	115	795	14	45	31~37	302~363
H1150	135	930	105	725	16	50	28~38	277~352
HH1150	135	930	105	725	16	50	28~33	277~311



高纯净钢电渣重熔精炼 (ESR)系列

XM-25 Precipitation Harding Stainless Steel Spec.

产品特性	产业用途
● 钢种: Grade XM-25 (UNS S45000)	● Turbine Blades, Pump Shafts, Surgical Knife, Medical Instrument

Heat treatment Condition : Solution or Precipitation Harding

Applicable Document : ASTM A564

化学成份 (wt%)

XM-25	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Nb
	max.	max.	max.	max.	max.	6.00	14.00	0.50	1.25	min.

机械性质:(最小值;Minimum Value)

Condition	Tensile		Yield		Elongation	R. A.	Hardness	
	Ksi	N/mm ²	Ksi	N/mm ²	%	%	HRC	HB
Soluction	130	895	95	655	10	40	32max.	321max.
H900	180	1240	170	1170	10	40	39min.	363min.
H950	170	1170	160	1100	10	40	37min.	341min.
H1000	160	1100	150	1030	12	45	36min.	331min.
H1025	150	1030	140	965	12	45	34min.	321min.
H1050	145	1000	135	930	12	45	34min.	321min.
H1100	130	895	105	725	16	50	30min.	285min.
H1150	125	860	75	520	15	50	26min.	262min.



高速钢系列系列 高速工具钢 (M1)

产品特性	产业用途
<ul style="list-style-type: none"> ● 高硬度 ● 高耐磨耗性与切削能力 ● 优异之研磨性 	<ul style="list-style-type: none"> ● 刀具业:滚齿刀、钻头、铣刀、拉刀 ● 螺丝业:六角成型模、牙攻 ● 成型工具:冷轧辊

相较规格

GMTC	AISI	B. S.	DIN
M1	M1	BM1	1.3346

主要成分

钢种	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	W
M1	0.78	0.20	0.15	MAX	MAX	3.50	8.20	1.00	1.40
	0.88	0.50	0.40	0.030	0.030	4.00	9.20	1.35	2.10

Remark: Ni + Cu \leq 0.75%

热处理操作

退火:温度 815~870℃, 以 10~20℃/h 爐冷至约 600℃, 硬度 HB 248 以下。

应力消除: 温度约 650~675℃, 爐中冷却。

淬火:

预热(a)—温度 550~600℃, 每 25mm 保持约 30 分。

预热(b)—温度 845~870℃, 每 1mm 保持约 20~30 。

预热(c) --温度 1050~1100℃, 每 1mm 保持约 20~30 秒, 适用于大型复杂件。

沃斯田铁化—温度 1180~1220℃, 每 1mm 保持约 10~15 秒。淬火介质:油、热浴、空气或气体。

回火: 温度 540~570℃, 每 25mm 保持约 60 分钟以上

空冷, 回火次数两次以上, 硬度 HRC 64 以上



高速钢系列系列 高速工具钢 (EH9)

产品特性	产业用途
<ul style="list-style-type: none"> ● 含有较高之合金添加量形成硬度极高之合金碳化物颗粒，在高温下具有优异之切削硬度、耐磨性及韧性。 ● 高温回火时析出特殊碳化物，产生二次硬化现象。 ● 结晶细、碳化物均匀，具高韧性。 ● 极低气体含量，清净度佳。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 适宜制造一般切削用刀具及各种耐磨耐冲击工具，如 刀具业---铣刀、钻头、冲头 ● 锻造业---锻造模、冲模3. 模具业---模具、螺丝模

相较规格

GMTC	AISI	ANFOR	B. S.	DIN	JIS
EH9	M2	A35-590 4301	BM2	1. 3343	SKH51

主要成分

钢种	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	W
EH9	0. 80	MAX	MAX	MAX	MAX	3. 80	4. 50	1. 60	5. 50
	0. 90	0. 40	0. 40	0. 03	0. 03	4. 50	5. 50	2. 20	6. 70

热处理操作

退火:温度 800~850℃, 以 10~20℃/h 爐冷, 硬度 HB 255 以下。

应力消除: 温度约 600~650℃时间 2 小时, 爐中冷却。

淬火:

预热(a)—温度 550~600℃, 每 25mm 保持约 30 分钟。

预热(b)—温度 850~900℃, 每 1mm 保持约 20~30 秒。

预热(c) --温度 1050~1100℃, 每 1mm 保持约 20~30 秒, 适用于大型复杂工件。沃斯田铁化—温度1175~1250℃, 每 1mm 保持约 10~15 秒, 通常使用温度1200~1240℃。

回火: 温度 540~570℃, 每 25mm 保持约 60 分钟以上, 空冷, 回火次数两次以上, 硬度 HRC 63 以上。



高速钢系列系列 高速工具钢 (M7)

产品特性	产业用途
<ul style="list-style-type: none"> ● 高硬度 ● 高耐磨耗性与切削能力 ● 高冲击韧性 ● 优异之研磨性 	<ul style="list-style-type: none"> ● 刀具业:滚齿刀、钻头、铣刀、拉刀 ● 螺丝业:六角成型模、牙攻

相较规格

GMTC	AISI	DIN	JIS
M7	M7	1.3348	SKH58

主要成分

钢种	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	W
M7	0.97	0.20	0.15	MAX	MAX	3.50	8.20	1.75	1.40
	1.05	0.55	0.40	0.030	0.030	4.00	9.20	2.25	2.10

Remark: Ni + Cu \leq 0.75%

热处理操作

退火:温度 800~880℃, 以 10~20℃/h 爐冷至约 600℃, 硬度 HB 255 以下。

应力消除: 温度约 650~675℃, 爐中冷却。

淬火:

预热(a)—温度 550~600℃, 每 25mm保持约 30 分钟。

预热(b)—温度 850~900℃, 每 1mm 保持约 20~30 秒。

预热(c) --温度 1050~1100℃, 每 1mm 保持约 20~30 秒, 适用于大型复杂工件。沃斯田铁化— 温度 1180~1220℃, 每 1mm 保持约 10~15 秒。

淬火介质:油、热浴、空气或气体。

回火: 温度 540~570℃, 每 25mm 保持约 60 分钟以上, 空冷, 回火次數兩次以上, 硬度 HRC 65 以上。



高速钢系列系列 高速工具钢 (M35)

产品特性	产业用途
<ul style="list-style-type: none"> ● 高红热硬度 ● 高耐磨耗性及切削能力 ● 晶粒细致均匀 	<ul style="list-style-type: none"> ● 刀具业---滚齿刀、钻头、铣 ● 刀锻造业---锻造模具 ● 螺丝业---六角成型模、牙攻、冲头

相较规格

GMTC	AISI	B. S.	DIN
M35(G)	M35	BM35	1.3243

主要成分

钢种	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	W	Co
M35(G)	0.88	MAX	MAX	MAX	MAX	3.80	4.75	1.75	6.00	4.60
	0.95	0.40	0.40	0.030	0.030	4.50	5.20	1.90	6.70	5.00

Remark: Ni max. 0.25%, Cu max. 0.25%

热处理操作

退火: 温度 800~850℃, 以 10~20℃/h 爐冷至约 600℃, 硬度 HB 269 以下。

应力消除: 温度约 650~675℃, 爐中冷却。

淬火:

预热(a)—温度 550~600℃, 每 25mm 保持约 30 分钟。

预热(b)—温度 850~900℃, 每 1mm 保持约 20~30 秒。

预热(c)—温度 1050~1100℃, 每 1mm 保持约 20~30 秒, 适于大型复杂工件。沃斯田铁化—温度 1170~1240℃, 每 1mm 保持 10~15 秒。淬火介质: 油、热浴、空气或气体。

回火: 温度 540~570℃, 每 25mm 保持约 60 分钟以上, 空冷, 回火次数三次以上。

硬度 HRC 64 以上。



高速钢系列系列 高速工具钢 (M42)

产品特性	产业用途
<ul style="list-style-type: none"> ● 高红热硬度 ● 高耐磨耗性及切削能力 ● 高冲击韧性 ● 晶粒细致均匀 	<ul style="list-style-type: none"> ● 刀具业---滚齿刀、钻头、铣刀、拉 ● 刀锻造业---锻造模具 ● 螺丝业---六角成型模、牙攻、冲头

相较规格

GMTC		AISI	B. S.	DIN	JIS
M42		M42	BM42	1. 3247	SKH59

主要成分

钢种	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	W	Co
M42	1. 05	0. 15	0. 15	MAX	MAX	3. 50	9. 00	0. 95	1. 15	7. 75
	1. 15	0. 65	0. 40	0. 030	0. 030	4. 25	10. 00	1. 35	1. 85	8. 75

Remark: Ni + Cu ≤ 0. 75%

热处理操作

退火: 温度 800~880℃, 以 10~20℃/h 炉冷至约 600℃, 硬度 HB 269 以下。

应力消除: 温度约 650~675℃, 炉中冷却。

淬火:

预热(a)—温度 550~600℃, 每 25mm 保持约 30 分钟。

预热(b)—温度 850~900℃, 每 1mm 保持约 20~30 秒。

预热(c)—温度 1050~1100℃, 每 1mm 保持约 20~30 秒, 适于大型复杂工件。

沃斯田铁化—温度 1170~1220℃, 每 1mm 保持 10~15 秒。淬火介质: 油、热浴、空气或气体。

回火: 温度 540~570℃, 每 25mm 保持约 60 分钟以上, 空冷, 回火次数三次以上。

硬度 HRC 66 以上。



超合金系列 镍基超合金 718 (VIM+VAR)

产品特性	产业用途
<ul style="list-style-type: none"> 析出硬化型的镍基超合金。 经过双重真空熔炼制程 (VIM+VAR)，气体含量极低。 具有 1300°F (704°C) 下优异的高温降伏/抗拉强度以及潜变破断性质。 优异的耐腐蚀性。 相较于其他以 Ti/Al 强化的镍基超合金，具有更加优异的焊接。 	如下表

用途

产业	应用部位	应用零件
航天	喷射涡轮引擎	圆盘/螺栓/轴/外壳/叶片/翼片/燃烧桶/后燃器
能源	蒸气涡轮机	螺栓/叶片/废气再热器
	燃气涡轮机	螺栓/叶片/圆盘/轴/环
石化	生产设备	螺栓/反应槽/阀/管线/帮浦
通用	热处理应用	托盘/夹具/输送带
	汽车应用	排气阀/涡轮充电机

相较规格

GMTC	UNS	EN / DIN
718(VIM+VAR)	N07718	2.4668



超合金系列 镍基超合金 718 (VIM+VAR)

主要成分

钢种	Ni	Cr	Nb+Ta	Mo	C	Ti	Al	Co
718 (AMS5662)	50.00- 55.00	17.00- 21.00	4.75- 5.50	2.80- 3.30	Max. 0.08	0.65- 1.15	0.20- 0.80	Max. 1.00
718 (API6A718)	50.00- 55.00	17.00- 21.00	4.87- 5.20	2.80- 3.30	Max. 0.045	0.85- 1.15	0.40- 0.60	Max. 1.00

热处理条件

石化产业：

固溶—1021~1052℃ / 持温 1~2.5 小时 / 水淬或油淬。

时效—775~802℃ / 持温 6~8 小时 / 空冷。

航天/能源产业：

固溶—941~1010℃ / 进行持温 / 空冷或水冷。

时效—718℃ / 持温 8 小时 / 炉冷 (56℃/hr) 到 621℃ → 621℃ / 持温 8 小时 / 空。



超合金系列 镍基超合金 625 (VIM+VAR)

产品特性	产业用途
<ul style="list-style-type: none"> ● 625 为固溶硬化的镍铬合金。 ● 具高强度、潜变及断裂强度，在温度达到 1800 °F时仍有优异的疲劳及热疲劳强度。 ● 具良好的耐腐蚀性及优秀的加工性及焊接性。 	

相较规格

GMTC	UNS	EN / DIN
625	N06625	2.4856

主要成分

Grade	Ni	Cr	Nb+Ta	Mo	C	Ti	Al	Co
625	58.00 min.	20.00- 23.00	3.15- 4.15	8.00- 10.00	0.03 0.10	0.40 max.	0.40 max.	1.00 max.

热处理条件

使用温度达到593℃时用于高硬度、抗拉强度及疲劳强度。

退火：871℃min.

使用温度超过593℃时有用于需要最佳的潜变-破裂强度。

固溶退火：1093℃min.



钛合金

钛是一种新型金属，钛的性能与所含碳、氮、氢、氧等杂质含量有关，最纯的碘化钛杂质含量不超过 0.1%，但其强度低、塑性高。99.5%工业纯钛的性能为：密度 $\rho=4.5\text{g/立方厘米}$ ，熔点为 1725°C ，导热系数 $\lambda=15.24\text{W/(m.K)}$ ，抗拉强度 $\sigma_b=539\text{MPa}$ ，伸长率 $\delta=25\%$ ，断面收缩率 $\psi=25\%$ ，弹性模量 $E=1.078\times 10^5\text{MPa}$ ，硬度 HB195。

第二次世界大战后，许多国家发现钛合金对国防工业发展的重要性，因此积极投入钛合金研发，很快的钛合金成为航空、军事、石化等工业不可或缺的关键材料，并广为延伸应用到民生、生医、能源、船舶等领域。

1954 年，美国研发出第一种钛合金 Ti-6Al-4V，由于此合金具有优异的综合特性，因此成为后来钛合金工业中的重要合金，目前全世界已研发出数百种的钛合金，其中 Ti-6Al-4V 使用量占了全部钛合金 50%以上。

统计历年钛金属工业发展，钛金属的发展相当快速，每年大约都以 8%的速度增加，2009 年在金融危机冲击下，使得钛材消费量大幅下降，到 2011 年才回复金融危机前的程度，推估至 2020 年，全球钛金属每年使用量上看 30 万吨。

钛合金特性

强度高：

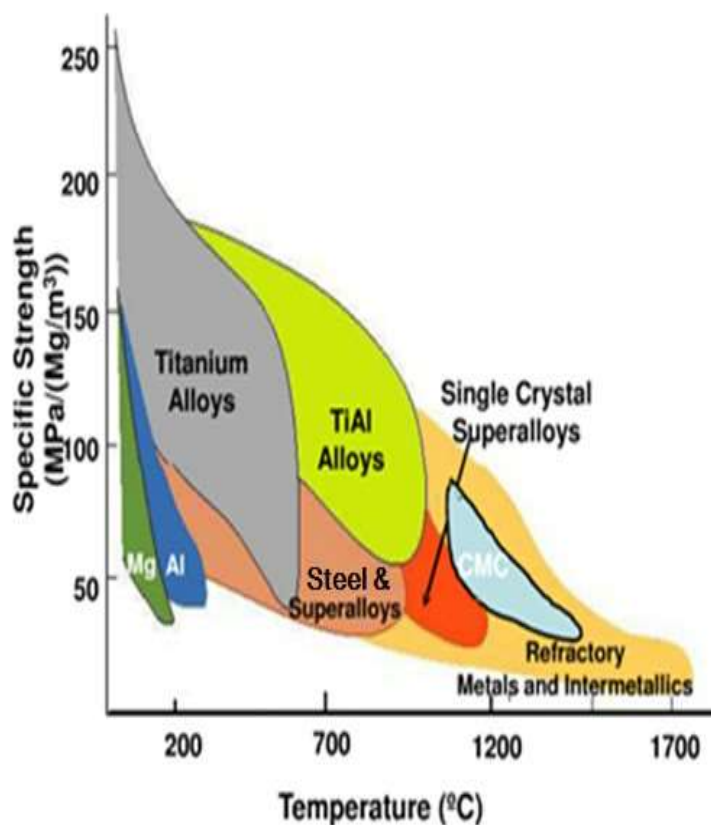
钛合金的密度一般在 4.51g/立方厘米左右，仅为钢的 60%，纯钛的密度才接近普通钢的密度，一些高强度钛合金超过了许多合金结构钢的强度。因此钛合金的比强度(强度/密度)远大于其他金属结构材料，见表 7-1，可制出单位强度高、刚性好、质轻的零、部件。目前飞机的发动机构件、骨架、蒙皮、紧固件及起落架等都使用钛合金。

材料	牌号	TS(MPa)	密度(g/cm ³)	比强度
铝合金	6061	310	2.7	115
	7075	572	2.8	204
镁合金	AZ31	262	1.78	147
	AZ80	307	1.80	170
钛合金	TB6	1,197	4.62	259
	TB8	1,271	4.93	258
高强度结构钢	30CrMnSiA	1,100	7.80	141
	40CrNiMoA	1,090	7.8	139
超高强度钢	Aermet100	1,965	7.8	252
	Aermet310	2,172	7.8	278

热强度高：

使用温度比铝合金高几百度，在中等温度下仍能保持所要求的强度, 可在 450～500℃ 的温度下长期工作这两类钛合金在 150℃～500℃ 范围内仍有很高的比强度，而铝合金在 150℃ 时比强度明显下降。钛合金的工作温度可达 500℃，铝合金则在 200℃ 以下。

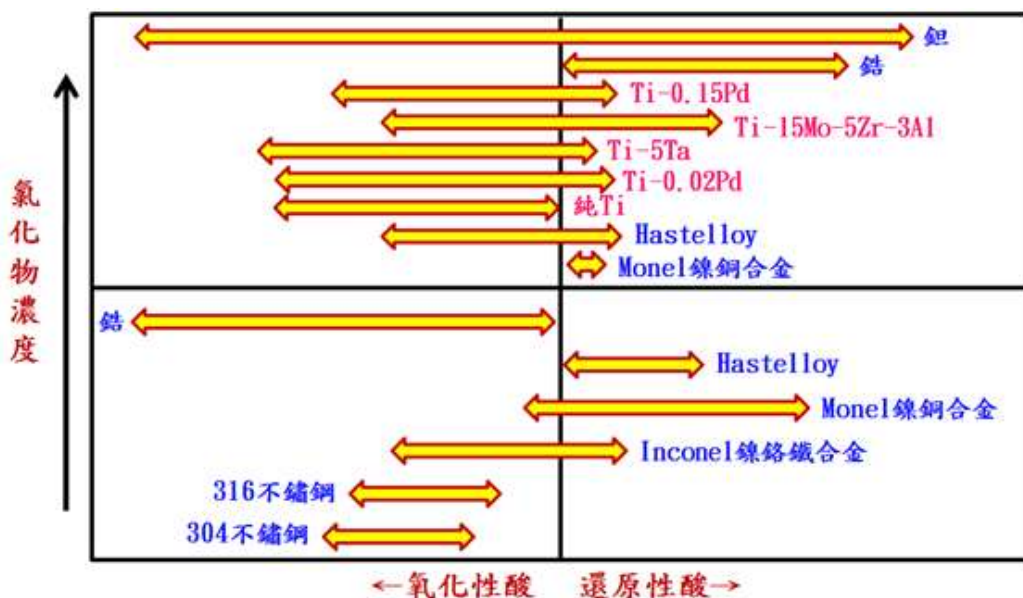
当飞机达到音速 2.7 倍时，飞机表面温度将达 450~500℃，铝合金与镁合金皆无法使用，而在此温度区间内，钛合金的比强度又远大于不锈钢和耐热钢，因此钛合金为飞机蒙皮及结构件首选材料之一，据统计飞机引擎利用钛合金取代耐热钢，约可减重 200~600kg，因此目前许多现代超音速飞机引擎、蒙皮、方向舵及机翼皆以钛合金制造。



抗蚀性好：

钛在常温下于表面会形成一层数百个 Å、稳定性高、附着力强的氧化膜(TiO_2 、 Ti_2O_3 、 TiO)，且损伤后能立即再生，因此钛具有优异的抗蚀性质。

钛合金在潮湿的大气和海水介质中工作，其抗蚀性远优于不锈钢；对点蚀、酸蚀、应力腐蚀的抵抗力特别强；对碱、氯化物、氯的有机物品、硝酸、硫酸等有优良的抗腐蚀能力。

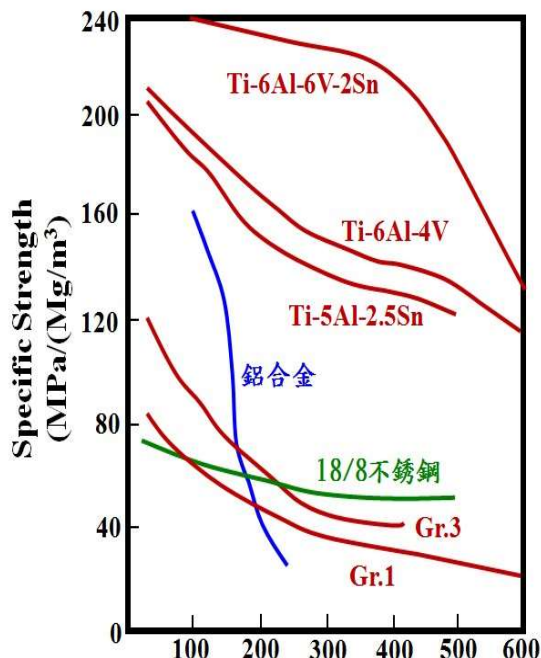


低温性能好：

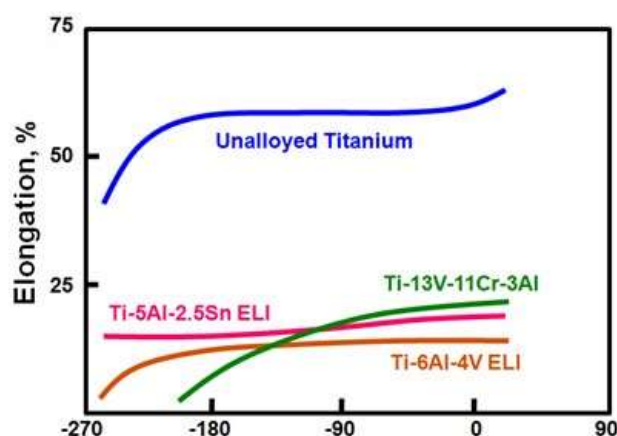
特定的钛合金在低温(-255℃)下仍可保持足够的韧性及延展性，且低温下热传导率低、膨胀系数小、无磁性，因此成为航天、超导等低温使用的首选材料。

众多钛合金中， α 及近 α 合金的延性转脆温度低，因此目前商业用低温钛合金皆以此两种为主。由于钛合金中的间隙微量元素 O、N、H 皆会显著降低钛合金低温断裂韧性及延性，因此低温用钛合金一般为低间隙型钛合金，典型低温合金有 Ti-5Al-2.5Sn-ELI 及 Ti-6Al-4V-ELI，可应用于工作环境-255℃液态燃料储存容器、结构管道及高压气瓶。TA7，在-253℃下还能保持一定的塑性。

因此，钛合金也是一种重要的低温结构材料。



钛合金于不同温度下比强度之变化



钛合金于低温下延性变化



兼容性大：

钛的化学活性大，与大气中 O、N、H、CO、CO₂、水蒸气、氨气等产生强烈的化学反应。含碳量大于 0.2% 时，会在钛合金中形成硬质 TiC；温度较高时，与 N 作用也会形成 TiN 硬质表层。

钛金属具有良好的生物兼容性，植入人体后不会析出离子、无毒性且能抵抗体内分泌物的腐蚀，且弹性系数接近人体骨骼，可避免人体产生应力屏蔽效应导致骨质疏松，与人体骨骼匹配性良好，

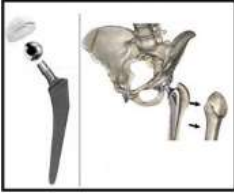
可作为人工髋关节、膝关节、头盖骨、骨骼固定器、齿根材料、牙齿矫正线。常见医疗用钛金属：(1) 工业纯钛、(2) Ti-6Al-4V 及 Ti-6Al-4V-ELI、(3) Ti-6Al-7Nb、(4) Ti-Ni 合金、及(5) 新型 β 钛合金，如 Ti-15Mo、Ti-13Nb-13Zr 等。

钛原子序 22，外层电子处于自旋平行状态，因此钛为顺磁性，弱磁性的钛无法有效被磁场感应吸引，可应用于心导管支架、心脏瓣膜及军用潜艇。

阿尔法核动力潜艇，是俄罗斯第二代攻击核潜艇，全艇钛合金制造，利用钛合金制作潜艇之优点：

- (1) 强度大，潜艇下潜深度可增加。
- (2) 密度小，减少潜艇的排水量。
- (3) 无磁性，不易被反潜飞机用磁探测仪发现。

髖關節



膝關節



頭蓋骨



骨骼固定器



齒根材料

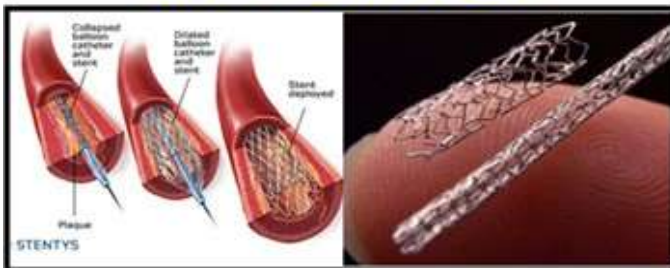


牙齒矯正線



钛合金于生医材料之应用

鈦合金心導管支架



鈦合金心臟瓣膜










钛合金制作之心导管支架及心脏瓣膜

导热系数小、弹性模量小：

纯钛及钛合金的热传导率皆低，仅约钢的 1/5(表 2)。钛的导热与其纯度有关，杂质及其他元素会降低钛的导热系数，钛合金导热系数比纯钛低 50%以上。

Gr.1 纯钛热传系数低，且成型性良好，可用于建筑物屋顶及帷幕，能隔绝外界热源，减少空调耗电量，是一种新兴的建筑用材料。

钛的导热系数 $\lambda = 15.24 \text{ W/(m.K)}$ 约为镍的 1/4，铁的 1/5，铝的 1/14，而各种钛合金的导热系数比钛的导热系数约下降 50%。钛合金的弹性模量约为钢的 1/2，故其刚性差、易变形，不宜制作细长杆和薄壁件，切削时加工表面的回弹量很大，约为不锈钢的 2~3 倍，造成刀具后刀面的剧烈摩擦、粘附、粘结磨损。

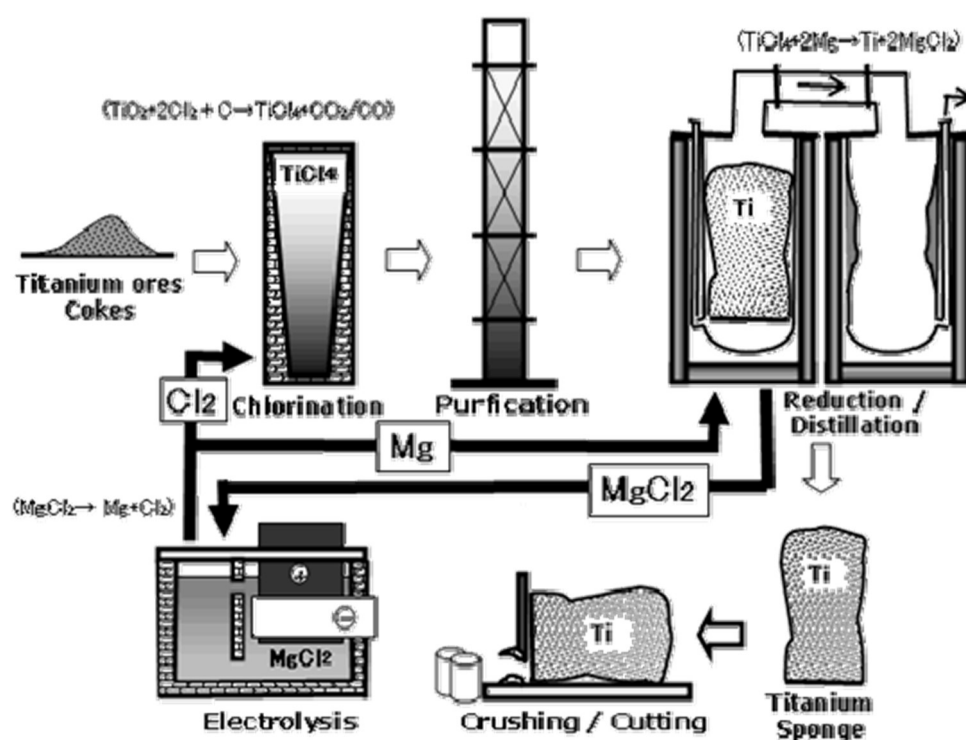
Gr. 1(TA1)				Gr. 2(TA2)			
機性	YS(MPa)	TS(MPa)	EL(%)	機性	YS(MPa)	TS(MPa)	EL(%)
	200~230	340~370	40~42		350~380	450~480	28~30
特性	強度低、延展性佳、成型性好			特性	強度適中、成型性好		
用途	建築物屋頂  板式熱交換器 			用途	有縫、無縫鈦管  化工桶槽 		
Gr. 3(TA3)				Gr. 4(TA4)			
機性	YS(MPa)	TS(MPa)	EL(%)	機性	YS(MPa)	TS(MPa)	EL(%)
	440~470	560~590	25~27		530~560	650~680	20~22
特性	適中冷加工性及較高強度			特性	高強度，需溫間成型		
用途	壓力容器 			用途	緊固件  船艦動力構件 		

钛的生产流程依照属性不同可分为

一、海绵钛提炼

海绵钛的提炼按照还原剂的不同可分镁还原及钠还原，由于镁还原法较钠还原法安全，且海绵钛经破碎后之粒度更适合熔炼，故镁还原法已成为生产海绵钛的主流工业制程。

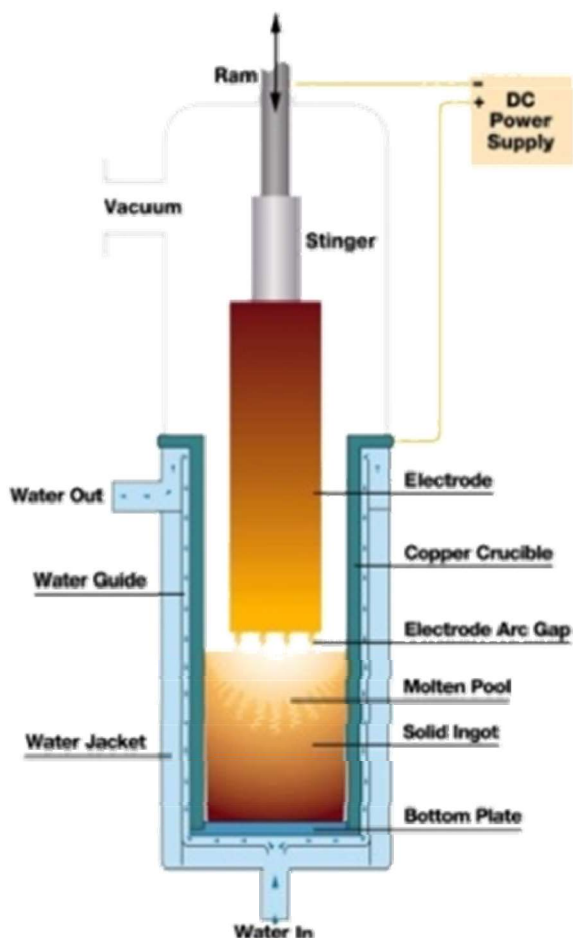
镁还原法主要是先将钛铁矿或金红石与焦炭一起加热，经沸腾氯化还原处理，使二氧化钛转化为挥发性的四氯化钛，再把蒸气状态的四氯化钛冷凝提纯，接着利用熔融的镁在氩气气氛下还原四氯化钛，当镁消耗到约 60%时，将熔融的氯化镁从反应器放出，使四氯化钛蒸气与残存的镁继续反应，最后产出呈海绵状且混有少量氯化镁的块状疏松纯钛，接着海绵钛再进破碎，得到粒状的海绵钛，海绵钛生产流程如下图。



二、钛锭熔炼

真空电弧重熔炉

主要包含电源供应器、水冷铜坩锅、真空腔体及海绵钛电极铸锭四大构件。真空电弧重熔炉中的电极铸锭制作方式有两种，一种是利用真空感应熔炼炉(Vacuum Induction Melting)直接浇铸出电极；另一种则是利用油压机将粒状金属原料加压成电极形状，适用于一些熔点高且活性大、易与氧化物坩锅反应之金属，例如钛、钨、钼等金属。真空电弧重熔炉熔炼时主要是利用电极铸锭与水冷铜坩锅之间产生之电弧，将电极铸锭熔化，金属液滴逐滴滴落水冷铜坩锅形成熔池，由于熔汤热量很快被水冷铜坩锅带走，因此铸锭组织较一般铸造铸锭细致均匀。



电子束熔炼

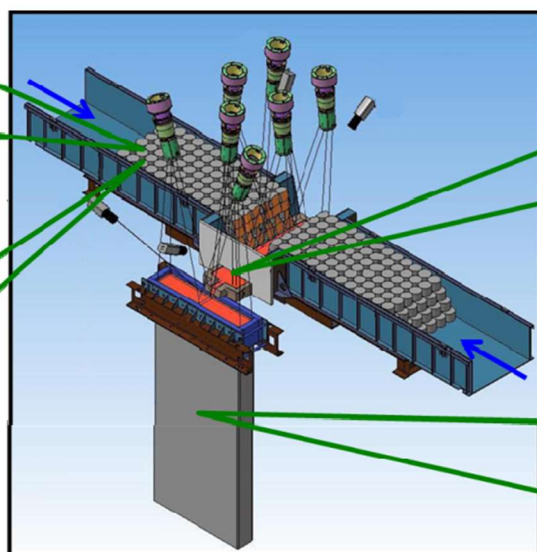
电子束熔炼主要是在真空下以电子束当作热源来进行熔炼，适合生产高熔点、高活性的金属。

此法所用的原材料可以是海绵钛、回收料等，目前回收料最高可海绵钛不需压实成块即可进行熔炼，常用于回收纯钛的熔炼。熔炼后钛锭为方形，不需锻打，可直接进行轧延。因在高真空下进行熔炼，杂质元素挥发除去同时，被熔金属元素也会挥发，钛合金熔炼不易。回收钛中的低密度(TiN, TiO₂)及高密度杂质(WC, W, Mo, Ta)皆可除去。

粒状海绵钛



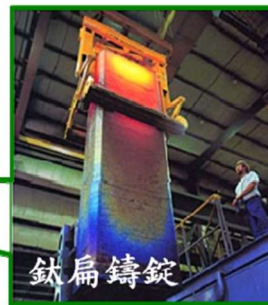
回收钛



水冷坩锅

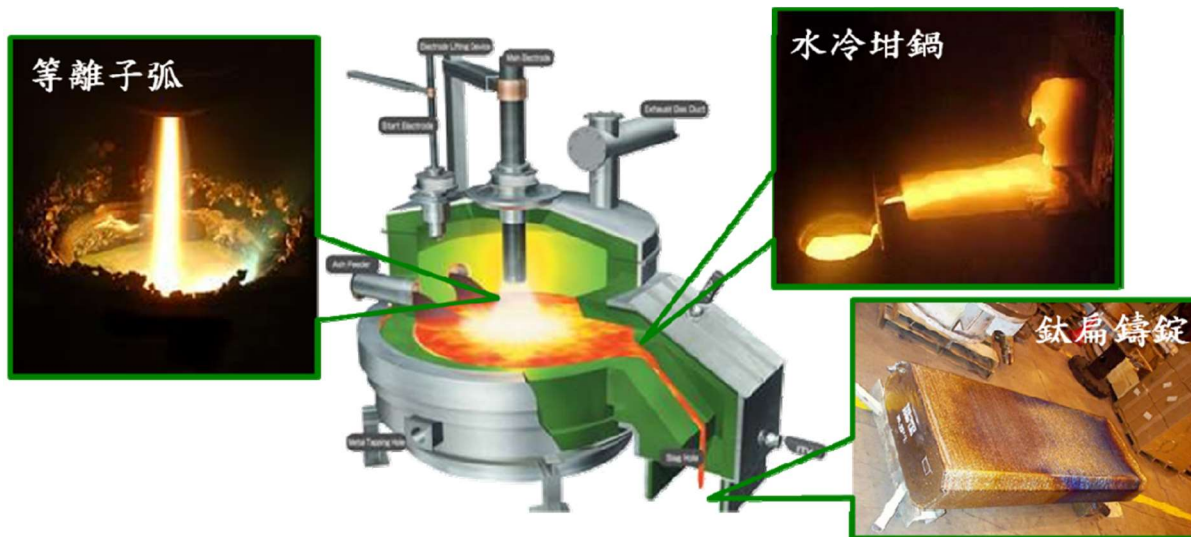


钛扁铸锭



等离子弧光熔炼

与电子束熔炼相同，等离子弧光熔炼所用之回收钛及海绵钛不需压实成块即可进行熔炼，熔炼后之钛锭为方形，可直接进行轧延。由于等离子弧光熔炼可在大气或保护性气体下进行，可避免 Al、Sn、Mn、Cr 等高挥发性元素挥发，适合熔炼钛合金。熔炼时 He 或 Ar 等离子高速旋转冲击熔汤，产生搅拌效果，有助于成份均匀化。



三、钛锭的加工

钛锭锻造

锻造是钛金属生产的重要制程之一，熔炼后的钛铸锭经过一连串的锻打，制成各式扁胚、零件。钛铸锭先于 β 转变温度以上 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$ 的 β 相区进行开胚锻造，再逐渐降低加热温度，完锻温度落于 β 转变温度附近或 $\alpha + \beta$ 区间。

钛合金锻造特性有：

- 变形阻抗大：钛合金对锻造温度敏感，温度些许变化就会造成变形阻抗急速上升。
- 对应变速率敏感：钛合金对应变速率的敏感性较铝合金与合金钢强烈。
- 锻造温度范围窄：钛合金的加热温度约在 β 转变温度以下 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，锻造温度范围一般不超过 200°C 。冰冷的锻机砧座易吸取钛胚表面热量，锻打容易开裂，需将砧座加热至 $150\sim 250^{\circ}\text{C}$ 再进行锻打。

钛胚的热轧

一般纯钛和钛合金中厚板厚度约控制在 4.5~6mm 以上，视各国规范而有所不同，例如日本钛协会规定纯钛中厚板的厚度为 6mm 以上，而美国材料试验协会标准 (ASTM) 则是规定中厚板的板厚为 4.75mm 以上。

依据生产厂家与设备的不同，使用厚板轧机轧制出来的板材，厚度下现值约介于 4~5mm。钛中厚板轧延一般是在四辊可逆式轧机上进行，轧延后之钛板再经热处理、裁切、喷砂、酸洗等后处理。

纯钛和 β 型钛合金热轧薄板(厚度 3~6mm)一般采用热轧卷带方式生产，将加热的板胚以可逆式粗轧机进行 5~7 道次轧延，再以 6~7 台精轧机进行连轧，产出厚度 3~6mm 的黑皮钛卷带，此黑皮钛卷带再以不锈钢的退火酸洗产线进行退火酸洗，并搭配裁剪机产出 3~6mm 钛的热轧薄板。

而 α 型及 $\alpha - \beta$ 型高强度钛合金薄板的生产方式较为特别，主要是将钛合金厚板夹在碳钢等材料内，以厚板轧机进行可逆式轧延，轧延完毕后再除去包覆于钛板外层之碳钢，获得钛合金薄板，此种方法在不同轧延方向的轧延量较热轧卷带有更高的自由度，可针对不同材料特性进行控制，但厚度控制较不容易。



特殊钢产业合作发展报告书

三大发展策略

产品运用策略

五大产业应用发展包含航天空业、水油气能源、生技医疗、模具机械及新世代汽车

。

选择高附加价值精炼级合金钢种争取获利。

资源整合策略

发挥可用最迅速制程，引入策略伙伴，互补资源缺口。

发展高端认证钢材，与国际供货商签订长期合约。

顾客市场策略

客制化发展，建立整合性情资及物流平台，深耕全球市场。

运用高质量工具钢以整合资源达到降低成本并扩大市场占有率。



特殊钢产业合作发展报告书

人力技术

目前参与此计划合作伙伴属国际知名大厂之中高阶干部，熟悉特殊钢冶炼。

市场调研与产业分析。

拟定市场产品定位、营销策略、价格策略、区域策略、产品组合策略。

营运计划报告制作及创新商业模式设计与规划等经营企划相关工作。

建厂电力工程项目规划、执行、掌控、监工。

电力工程之蓝图、简图、图表和技术手册撰写。

厂内电力系统维护、项目规划

生产设备机台维修、保养、巡检、异常排除与校正。

建立设备操作、保养、维修系统与故障排除手册。

检验设备机台校正、异常排除。